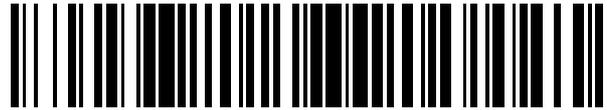


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 531 992**

51 Int. Cl.:

G01B 11/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2009 E 09775358 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.01.2015 EP 2417417**

54 Título: **Dispositivo y método de medición de deformación**

30 Prioridad:

10.04.2009 NL 2002743

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.03.2015

73 Titular/es:

**STICHTING ENERGIEONDERZOEK CENTRUM
NEDERLAND (100.0%)
Westerduinweg 3
1755 LE Petten, NL**

72 Inventor/es:

VERBRUGGEN, TIMOTHEUS WILHELMUS

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 531 992 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo y método de medición de deformación

- 5 [0001] La invención se refiere a un dispositivo para medir la deformación sobre una superficie de un objeto, que comprende:
- un respaldo que es provisto de una sección central y dos secciones finales que son dispuestas en cada lado de la sección central,
 - un elemento de deformación que se conecta al respaldo y es provisto de un sensor de deformación.
- 10 [0002] EP1816432 divulga una galga extensiométrica óptica que es provista de un respaldo y una fibra óptica con un sensor de deformación. El respaldo tiene una sección central que se extiende a lo largo de un eje longitudinal del respaldo. En ambos lados de la sección central, hay elementos de fijación con una superficie de fijación para la fijación a la superficie de un objeto, en la que hay que medir la deformación sobre esta. La fibra óptica está dispuesta en paralelo al eje longitudinal del respaldo entre los elementos de fijación. El sensor de deformación de la fibra óptica se sitúa en la ubicación de la sección central. Transmitiendo la luz a través de la fibra óptica y midiendo la longitud de ondas de la luz reflejada por el sensor de deformación, puede ser determinada la deformación sobre la fibra óptica. Las superficies de fijación del respaldo están conectadas fijamente a la superficie del objeto, por ejemplo por unión o soldadura por puntos.
- 15 [0003] WO97/15805 describe un extensómetro que funciona sobre la base de una fibra óptica. Una pluralidad de pies de soporte están fijados a una placa de base que puede ser fijada a su vez a la superficie por ser medida. Se enrolla una fibra óptica alrededor de los pies de soporte en varios bucles, y se sujeta de forma segura a un soporte. La placa de base tiene que ser fijada sobre la superficie por ser medida de manera que la placa de base registre las tensiones en la superficie por ser medida. El soporte con la fibra óptica es luego colocado sobre los pies del soporte y prensado hacia abajo con fuerza.
- 20 [0004] Una galga extensiométrica es relativamente delicada y susceptible de fallar. En la práctica, las galgas extensiométricas deben ser reparadas o sustituidas regularmente. Debido a que la galga extensiométrica es conectada fijamente a la superficie del objeto, a la reparación o reemplazamiento de dicho calibrador de deformación le sigue un procedimiento extenso de control de la calidad y una recalibración de la galga extensiométrica. Debido a la fragilidad del sensor de deformación y la exactitud requerida y fiabilidad de las señales de medición, la reparación o sustitución de la galga extensiométrica solo puede efectuarse por personal con conocimiento técnico especializado. Si la galga extensiométrica se usa en una turbina eólica, la calibración también tiene que tener lugar bajo condiciones de viento específicas. La reparación y sustitución de calibradores de deformación es por tanto laboriosa y lleva mucho tiempo, y así los costes de las galgas extensiométricas son relativamente altos.
- 25 [0005] Además, se usan técnicas con turbinas eólicas que dependen de mediciones de carga precisas, por ejemplo mediciones de reducción de carga y así llamadas técnicas de control de condición. En estos casos, es importante que estén disponibles mediciones de deformación fiables y que los sensores de deformación se puedan sustituir rápida y fácilmente en caso de avería.
- 30 [0006] Es un objeto de la invención proporcionar un dispositivo mejorado para medir la deformación en una superficie de un objeto.
- 35 [0007] Según la invención, este objeto se consigue por un dispositivo según la reivindicación 1.
- 40 [0008] En el proceso de equipamiento, primero los pies del soporte se fijan a la superficie del objeto del cual debe ser medida la deformación a una distancia predeterminada. La deformación en el objeto se determina por el cambio en la longitud de la superficie del objeto entre las posiciones de los pies de soporte. Como los pies de soporte se montan directamente sobre la superficie, son posibles mediciones muy directas y precisas. Un respaldo que soporta el elemento de deformación con el sensor de deformación es calibrado previamente. Después de que los pies de soporte han sido posicionados con precisión entre sí sobre la superficie del objeto, el respaldo precalibrado se fija a los pies de soporte mediante una conexión desmontable. Cuando se ajusta el respaldo por primera vez, es normalmente también necesario calibrar el respaldo precalibrado debido a posibles desviaciones en la posición de los pies de soporte. Tales desviaciones se pueden deber a pretensamiento en el objeto durante la fijación de los pies de soporte a la superficie. Posteriormente, el respaldo puede utilizarse para medir la deformación en la superficie del objeto. Ahora cuando el sensor de deformación se estropea, la unidad completa que comprende el respaldo con el elemento de deformación y el sensor de deformación se sustituye a través de la conexión separable por un respaldo precalibrado nuevo. El nuevo respaldo no tiene que ser calibrado nuevamente en cuanto a desviaciones en la posición de los pies de soporte, debido a que los pies de soporte se fijan a la superficie en la misma posición en el objeto y la posición de los pies de soporte es conocida de forma precisa. En caso de un defecto, la reparación del dispositivo para medir la deformación puede por lo tanto efectuarse fácil y rápidamente. Además, la reparación puede llevarse a cabo por personal de mantenimiento ordinario.
- 45
- 50
- 55
- 60

ES 2 531 992 T3

- 5 [0009] Según la invención, el respaldo tiene un eje longitudinal que está determinado por una recta entre los pies de soporte, y el elemento de deformación está fijado al respaldo en dos ubicaciones de fijación para formar una sección libre que se extiende sustancialmente en paralelo al eje longitudinal, y la sección libre es provista del sensor de deformación. La sección libre del elemento de deformación se extiende libre o de forma suelta entre las dos ubicaciones de fijación que se sitúan a cierta distancia en la dirección del eje longitudinal. La sección libre se extiende por ejemplo parcial o completamente sobre la sección central del respaldo.
- 10 [0010] En este caso, es posible que la proporción entre, por una parte, la distancia entre los pies de soporte y, por otro lado, la distancia entre las ubicaciones de fijación del respaldo esté en el rango de 1 a 2. Cuanto mayor sea esta proporción, mayor es la sensibilidad de las mediciones de deformación, es decir, la misma deformación produce un resultado de medición superior. No obstante, el respaldo también se puede diseñar de manera que la proporción entre, por una parte, la distancia entre los pies de soporte y, por otro lado, la distancia entre las ubicaciones de fijación del respaldo sea inferior a 1. Esto puede suponer una reducción de deformación en el sensor de deformación, que es ventajoso para la vida útil.
- 15 [0011] Por ejemplo, la distancia entre los pies de soporte es mayor de 5 cm, preferiblemente mayor de 8 cm, por ejemplo 10 cm. Así, se puede medir una deformación media a través de dichas dimensiones. Las galgas extensiométricas conocidas son normalmente más pequeñas y solo permiten mediciones de deformación local. Para conseguir la sensibilidad anteriormente mencionada, la distancia entre las ubicaciones de fijación del respaldo es en este caso por ejemplo menor que 7 cm, preferiblemente menor que 6 cm, por ejemplo 5 cm.
- 20 [0012] En una forma de realización, el elemento de deformación es provisto de un sensor de temperatura. El sensor de temperatura es fijado preferiblemente al respaldo
- 25 a una ubicación que no experimenta sustancialmente ninguna deformación. La medición del sensor de temperatura puede utilizarse para compensar la deformación medida por el sensor de deformación en cuanto a fluctuaciones de temperatura. Si el elemento de deformación se diseña como un elemento de deformación óptica con una fibra óptica, el sensor de temperatura se puede integrar en la fibra óptica.
- 30 [0013] Según la invención, el respaldo comprende al menos una sección elástica que se dispone entre la sección central y una sección final del respaldo. Cuando se ajusta el elemento de deformación, la sección libre del mismo puede ser dispuesta entre las ubicaciones de fijación bajo pretensionamiento por compresión de la sección elástica y fijando el elemento de deformación a las ubicaciones de fijación de las secciones finales en esta posición. También es posible ajustar el respaldo sobre los pies de soporte bajo pretensionamiento. Como resultado de lo mismo, la sección libre puede medir tanto la deformación como la presión, es decir, la deformación positiva y negativa. Además, la sección elástica del respaldo reduce las fuerzas ejercidas en los pies de soporte cuando el respaldo es expandido y comprimido a lo largo del eje longitudinal. Los desplazamientos que ocurren en este caso son después de todo absorbidos en gran parte por la sección elástica. Además, como resultado del uso de la sección elástica, la sección central del respaldo apenas sufre de carga de fatiga, si es que la sufre, lo que es ventajoso para la vida útil del respaldo.
- 35 [0014] En una forma de realización, el respaldo es provisto de un elemento de control para controlar el funcionamiento correcto del elemento de deformación. El elemento de control puede, por ejemplo, ser accionado remotamente. En una forma de realización, el elemento de control es un elemento calefactor. Encendiendo el elemento calefactor, se produce una deformación en el elemento de deformación. Usando tal elemento calefactor, la acción del elemento de deformación puede ser controlada fácilmente de forma remota. Esto es ventajoso para poder detectar un fallo no detectable de un elemento de deformación.
- 40 [0015] Es posible que cada pie de soporte tenga una clavija vertical, teniendo las secciones finales del respaldo cada una una ranura de recepción lateral que se extiende sustancialmente transversalmente con respecto al eje longitudinal, y donde las ranuras de recepción laterales son capaces de recibir las clavijas verticales, y donde un elemento de cobertura es dispuesto sobre cada clavija vertical, y donde un medio elástico es pretensado entre el lado interno del elemento de cobertura y el respaldo. El respaldo se pretensa por los medios elásticos contra los pies de soporte. Como resultado de lo mismo, el respaldo es dispuesto de una forma fiable sobre los pies de soporte, mientras los medios elásticos pueden absorber cualquier carga de impacto para proteger el frágil elemento de deformación. No obstante, la conexión separable puede, por supuesto, ser producida de una forma diferente, por ejemplo a través de una conexión usando pernos y tuercas.
- 45 [0016] En una forma de realización, cada pie de soporte comprende dos o más partes del pie de soporte que son provistas cada una de un lado plano, y las secciones finales del respaldo son provistas de una abertura con dos superficies de soporte en cada lado de un eje longitudinal del respaldo, donde los lados planos y las superficies de soporte se apoyan uno contra la otra durante el uso. En esta forma de realización, el dispositivo se ajusta al objeto de una manera fiable en cuanto al funcionamiento y de manera fuerte.
- 50
- 55
- 60

ES 2 531 992 T3

[0017] En una forma de realización, el elemento de deformación comprende una fibra óptica. El sensor de deformación del elemento de deformación comprende por ejemplo una rejilla denominada bragg. Tal elemento de deformación tiene una vida útil larga y es insensible a cargas eléctricas. No obstante, el elemento de deformación también puede comprender un calibrador de deformación eléctrico en vez de una galga extensiométrica óptica.

[0018] Es posible que cada pie de soporte comprenda una cámara de encolado que se forma en la superficie inferior de cada pie de soporte, donde la superficie inferior de cada pie de soporte es sustancialmente anular y está rellena de un primer tipo de cola para pegar esta a la superficie del objeto, y donde la cámara de encolado tiene una abertura de alimentación para un segundo tipo de cola para pegar el pie de soporte a la superficie del objeto. La cámara de encolado se diseña como un espacio hueco en la superficie inferior de cada pie de soporte. El pie de soporte se fija primero a la superficie por medio de un primer tipo de pegamento, por ejemplo un pegamento de endurecimiento rápido. El primer tipo de pegamento asegura que el pie de soporte sea posicionado con precisión. La fuerza de la conexión adhesiva es entonces conseguida por suministro del segundo tipo de pegamento, por ejemplo un pegamento de endurecimiento lento a través de la abertura de alimentación. Este segundo tipo de pegamento es, por ejemplo, más adecuado para absorber la deformación.

[0019] La invención también se refiere a un método según la reivindicación 11.

[0020] El elemento de deformación del primer respaldo se calibra en cuanto a la distancia entre los pies de soporte unidos.

[0021] En este caso, es posible que el primer respaldo sea retirado de los pies del soporte, y que un segundo respaldo sea fijado de manera desmontable a los pies de soporte, donde el segundo respaldo se corresponde sustancialmente con el primer respaldo, y donde el segundo respaldo ha sido precalibrado y no ha sido calibrado de nuevo hasta que ha sido fijado de manera desmontable a los pies de soporte. Si el primer respaldo se estropea, el primer respaldo se puede sustituir por un segundo respaldo que ha sido precalibrado. Después de haber sido unido el segundo respaldo, no es necesario calibrar el segundo respaldo nuevamente en cuanto a la distancia entre los pies de soporte unido.

[0022] En otra forma de realización, donde el elemento de deformación comprende una fibra óptica que se asegura al respaldo usando un material de fijación que en gran medida rodea la fibra óptica, el método comprende además controlar la conexión entre la fibra óptica y el respaldo por medición de las propiedades ópticas de la fibra óptica durante el uso. Debido al hecho de que el material de fijación rodea la fibra, afecta a las propiedades ópticas de la fibra óptica, como resultado de lo cual pueden ser detectadas desviaciones.

[0023] La invención se explicará ahora con más detalle con referencia a una forma de realización ejemplar ilustrada en el dibujo, donde:

Fig. 1 muestra una vista en perspectiva de un dispositivo para medir la deformación en una superficie de un objeto;
Fig. 2a muestra una vista desde arriba del dispositivo ilustrado en la Fig. 1;

Fig. 2b muestra una vista lateral del dispositivo ilustrado en la Fig. 1;
Fig. 2c muestra una vista frontal del dispositivo ilustrado en la Fig. 1;

Fig. 3 muestra una vista en sección transversal a lo largo de III-III desde la Fig. 2a;

Fig. 4 muestra una vista desde arriba de una segunda forma de realización del dispositivo de la presente invención;

Fig. 5 muestra una vista en perspectiva de un pie de soporte como usado en la forma de realización de la Fig. 4;

Fig. 6 muestra una vista frontal del dispositivo de Fig. 4;

Fig. 7 muestra una vista desde arriba de una tercera forma de realización del dispositivo de la presente invención;

Fig. 8 muestra una vista en sección transversal de una cuarta forma de realización del dispositivo de la presente invención.

Fig. 9 muestra una vista en perspectiva de un pie de soporte como usada en la forma de realización de

Fig. 8. El dispositivo 1 ilustrado en las figuras para medir la deformación en una superficie de un objeto 3 es adecuado para diferentes aplicaciones.

Por ejemplo, el dispositivo 1 se puede usar para mediciones de deformación en la superficie interna de una paleta de rotor de una turbina eólica. El dispositivo 1 comprende un respaldo 5, un elemento de deformación 10 y dos pies de soporte 9 que son fijados directamente a la superficie del objeto 3. Las posiciones de los pies de soporte 9 se pueden mover únicamente o sustancialmente únicamente como resultado de la deformación sobre la superficie de un objeto 3 entre las posiciones de los pies de soporte 9.

[0024] El respaldo 5 tiene un eje longitudinal 14. El respaldo 5 comprende una sección central 6, dos secciones elásticas o secciones de muelle 7 y dos secciones finales 8. Las secciones finales 8 se sitúan en cada lado de la sección central 6, mientras las secciones elásticas 7 están situadas entre la sección central 6 y las secciones finales 8. En esta forma de realización ejemplar, aquellas secciones 6,7,8 se forman como una parte integral. La sección central 6 y las secciones finales 8 son sustancialmente rígidas. Las secciones elásticas 7 son ligeramente elásticas en la dirección del eje longitudinal

ES 2 531 992 T3

14. En esta forma de realización ejemplar, cada sección elástica 7 tiene incisiones transversales.

5 [0025] El elemento de deformación 10 está dispuesto en el respaldo 5. El elemento de deformación 10 se puede diseñar de varias maneras. Por ejemplo, el elemento de deformación es un elemento de deformación electrónico, donde la deformación sobre el objeto se determina mediante un cambio en la resistencia eléctrica del elemento de deformación 10. En esta forma de realización ejemplar, el elemento de deformación 10 se diseña como un elemento de deformación óptico con una fibra óptica 17.

10 [0026] Como se ilustra más claramente en figuras 1 y 2a, el respaldo 5 tiene un conducto en forma de ranura 29, donde es sustancialmente colocada la fibra óptica 17. La fibra óptica 17 se extiende desde una primera pieza de conexión 15 a una segunda pieza de conexión 16. Las piezas de conexión 15,16 se montan sobre una sección final 8 del respaldo 5 mediante una placa vertical 31. Las piezas de conexión 15,16 se pueden conectar a una unidad de medición que es provista de una fuente luminosa y un detector (no mostrados). Durante el uso, la fuente luminosa manda un haz luminoso a través de la fibra óptica 17 a través de la primera pieza de conexión 15.

15 [0027] La fibra óptica 17 es fijada localmente a las secciones finales 8 del respaldo 5 en al menos dos ubicaciones de fijación 2, por ejemplo por encolado u otro tipo de unión. La fibra óptica 17 tiene una sección libre que se extiende libremente entre estas dos ubicaciones de fijación 2. La sección libre de la fibra óptica 17 se extiende sustancialmente en paralelo al eje longitudinal 14 a través de la sección central 6. La sección libre de la fibra óptica 17 comprende un sensor de deformación 11. El sensor de deformación 11 forma un intervalo de medida para medir la deformación. En esta forma de realización ejemplar, el sensor de deformación 11 se diseña como una así llamada rejilla bragg. La longitud de onda de la luz reflejada por la rejilla bragg 11 es una medida de la deformación que se ejercita sobre la sección libre de la fibra óptica 17 con la rejilla bragg 11.

20 [0028] La fibra óptica 17 es además fijada localmente en otro sitio de fijación 4 en el lado externo de una de las secciones finales 8 del soporte 5, por ejemplo por encolado u otro tipo de unión. El lado externo de una sección final 8 es la sección de la sección final 8 que se extiende desde el pie de soporte 9 en el lado que está apartado de la sección central 6. En la Fig. 2a, el lado externo de la sección final del lado derecho 8 se sitúa a la derecha del pie de soporte del lado derecho 9. Los lados externos de las secciones finales 8 no son sometidos sustancialmente a deformación.

25 [0029] La sección de la fibra óptica 17 que está unida localmente sobre el lado externo de la sección final 8 tiene un sensor de temperatura 12. En esta forma de realización ejemplar, el sensor de temperatura 12 se diseña como una rejilla bragg. Debido a que el sensor de temperatura 12 se sitúa en una ubicación que no está sujeta sustancialmente a deformación, la medición del sensor de temperatura 12 puede utilizarse para compensar la deformación medida por el sensor de deformación 11 por fluctuaciones de temperatura.

30 [0030] Ocasionalmente, es posible que el respaldo 5 sea provisto de un elemento de control 13 que se puede controlar de forma remota. Mediante tal elemento de control 13, es posible probar desde lejos si el elemento de deformación 10 está funcionando o no debidamente. Este hace posible prevenir un fallo no detectable de un elemento de deformación 10. En el caso del elemento de deformación 10 en forma de una parte de la fibra de vidrio que es provista de un reflector bragg 11, el elemento de control 13 puede, por ejemplo, ser un elemento calefactor que calienta la sección central 6 en la ubicación del elemento de deformación 10. Como resultado del calentamiento local, el elemento de deformación 10 se expande, cuyo efecto tiene que ser medido. Alternativamente, el elemento de control 13 puede, por ejemplo, ejercer una fuerza mecánica sobre el elemento de deformación 10.

35 [0031] El respaldo conectado de forma desmontable a los pies de soporte 9. Los pies de soporte 9 y la conexión desmontable entre el respaldo 5 y los pies de soporte 9 se pueden producir de varias maneras. En esta forma de realización ejemplar, los pies de soporte se forman como columnas de soporte o gemelos. Los pies de soporte 9 comprenden cada uno una base 20 y una clavija vertical 24 que sobresale de la base 20. El respaldo 5 tiene dos ranuras de recepción laterales 18 que son dispuestas sustancialmente transversalmente con respecto al eje longitudinal 14. Las ranuras de recepción laterales 18 se extienden sustancialmente hasta el eje longitudinal 14. Las clavijas verticales 24 de los pies de soporte 9 pueden ser colocadas cada una en en cada caso en una de las ranuras de recepción laterales 18 del respaldo 5.

40 [0032] En esta forma de realización ejemplar, unos medios elásticos 25 se empujan sobre cada clavija vertical 24 (ver Fig. 3) y un elemento de cobertura 27 está dispuesto encima de las mismas. Cada clavija vertical 24 tiene una abertura pasante que se extiende sustancialmente transversalmente con respecto al eje longitudinal 14. Los elementos de cobertura 27 están provistos cada uno de una abertura pasante correspondiente que se puede alinear con las aberturas pasantes de las clavijas verticales 24 empujando estos elementos de cobertura 27 contra la acción de los medios elásticos 25. Obviamente, las clavijas verticales 24 pueden ser tubulares - en vez de una única abertura pasante, entonces hay dos aberturas alineadas en cada clavija vertical 24.

ES 2 531 992 T3

[0033] Después de que las aberturas de las clavijas verticales 24 y las aberturas de los elementos de cobertura 27 han sido alineadas entre sí, se pueden empujar a su través los elementos de bloqueo 26, que se forman en esta forma de realización ejemplar por abrazaderas elásticas que tienen una sección recta y una sección de agarre curvada. La sección recta se puede colocar en las aberturas de la clavija vertical 24 y el elemento de cobertura 27, mientras la sección de agarre puede engancharse con la clavija vertical 24 de manera que la abrazadera 26 es fijada lateralmente.

[0034] Empujando hacia abajo los elementos de cobertura 27 contra la acción de muelle de los medios elásticos 25, los medios elásticos 25 son pretensados entre el lado interno de los elementos de cobertura 27 y el respaldo 5. El respaldo 5 es de esta manera empujado hacia abajo contra los pies del soporte 9. El respaldo 5 puede ser conectado fácil y rápidamente a los pies de soporte 9 empujando el respaldo 5 sobre las clavijas verticales 24 y bloqueándolas con los elementos de cobertura 27 y las abrazaderas 26. El respaldo 5 se puede separar de una manera sencilla retirando las abrazaderas 26 y los elementos de cobertura 27 y empujando el respaldo 5 hacia afuera desde las clavijas verticales 24 de los pies de soporte 9.

[0035] Las secciones elásticas 7 del respaldo 5 no se pueden omitir y ofrecen varias ventajas. Las secciones elásticas 7 del soporte 5 reducen las fuerzas ejercidas sobre los pies de soporte 9 cuando se extienden y comprimen el respaldo 5 a lo largo del eje longitudinal 14. Las fuerzas que se ejercen durante este proceso son después de todo absorbidas en gran medida por las secciones elásticas 7. Además, debido a las secciones elásticas 7, el respaldo 5 raramente adolece de carga de fatiga, si se da en todo caso, lo que es ventajoso para la vida útil del respaldo 5. Debido a las secciones elásticas 7, es además posible aplicar un pretensamiento sobre la sección libre de la fibra óptica 17 antes de que se fije a las secciones finales del respaldo 5. La sección libre pretensada de la fibra óptica 17 puede entonces medir tanto deformación como presión.

[0036] En una segunda forma de realización de la presente invención que se muestra en vista desde arriba en la Fig. 4, es posible reducir la longitud total del respaldo 5. En esta forma de realización, la clavija vertical de poste único 24 del pie de soporte 9 se sustituye por dos partes del pie de soporte 44. Fig. 5 es una vista en perspectiva del pie de soporte 9 que comprende dos partes de pie de soporte 44 que sobresalen sustancialmente a ángulos rectos desde la base 20 (cf. la clavija vertical de poste único 24 en la forma de realización de las figuras 1-3). Cada parte del pie de soporte 44 es provista en al menos un lado de un lado plano 42, y una abertura de fijación 45 en un lado de enfrente. En la forma de realización ilustrada, las partes del pie de soporte 44 son de un diseño cuadrado, pero podrían alternativamente también ser diseñadas en forma de un cilindro aplanado.

[0037] Como ilustrado en la Fig. 4, cada sección final 8 del respaldo 5 es provista de una abertura en la que pueden ser insertadas las partes del pie de soporte 44. Las aberturas en las secciones finales 8 forman varias superficies de soporte 43, contra las que se apoyan los lados planos 42 de las partes del pie de soporte 44 durante el uso. Puesto que los pies de soporte 9 y respaldo 5 son ahora fijados el uno al otro durante el uso por los lados planos 42 y las superficies de soporte 43 (lo que produce una superficie superior que la forma de realización de las figuras 1-3 con una superficie de contacto cilíndrica), esta forma de realización ofrece una mejor resistencia al retorcimiento y similar, como resultado de lo cual se pueden llevar a cabo mediciones más fiables.

[0038] En esta forma de realización, las partes del pie de soporte 44 de los pies de soporte 9 están dispuestas simétricamente con respecto al elemento de deformación 10, en cada lado del eje longitudinal 14. Debido al hecho de que hay una abertura entre las partes del pie de soporte 44, la fibra 17 se puede extender a lo largo del eje longitudinal 14 sobre una distancia más larga y se puede extender en un plegado, donde las dimensiones de la sección final 8 son menores. Así, la longitud total del respaldo 5 puede ser menor mientras la longitud del elemento de deformación 10 sigue siendo la misma, haciendo así posible una construcción más compacta.

[0039] Los pies de soporte 9 se fijan al respaldo 5 mediante, por ejemplo, pernos 46, que encajan en las aberturas de fijación 45, como ha sido ilustrado también en la vista frontal de la Fig. 6. En esta figura, se puede ver también claramente que en esta forma de realización el elemento de deformación 10 se sitúa en un plano de simetría 41 entre las dos partes del pie de soporte 44.

[0040] En la forma de realización mostrada en la Fig. 4, el conducto en forma de ranura 29 tiene una forma que es diferente de aquella de la forma de realización en las figuras 1-3, en particular en la sección central 6. Esto hace posible que la sección central 6 sea menor, lo que trae como consecuencia que se requiera menos material y es ventajoso con respecto a los costes de fabricación.

[0041] En otra forma de realización, el dispositivo 1 es provisto de un segundo elemento de deformación 10' que es sustancialmente paralelo al elemento de deformación 10.

[0042] La fig. 7 muestra una primera variante donde el elemento de deformación 10 y el segundo elemento de deformación

ES 2 531 992 T3

10' son sustancialmente paralelos a la superficie del objeto 3, en otras palabras los elementos de deformación 10 y 10' están en un plano paralelo a la superficie del objeto 3. Como es ilustrado, el segundo elemento de deformación 10' es también fijado a las secciones finales 8 mediante ubicaciones de fijación secundarias 2'. Debido a que el segundo elemento de deformación 10' no se sitúa en el eje longitudinal 14, sino más bien en paralelo a este, es posible medir una rotación en la superficie del objeto 3 (alrededor del eje longitudinal 14), puesto que en ese caso ocurren deformaciones diferentes en el elemento de deformación 10 y en el segundo elemento de deformación 10'.

[0043] La fig. 8 muestra una segunda variante en la sección transversal, donde el elemento de deformación 10 y el segundo elemento de deformación 10' se sitúan en el medio entre las partes de pie de soporte 44, pero a distancias diferentes de la superficie del objeto 3. El elemento de deformación 10 y el segundo elemento de deformación 10' están de nuevo sustancialmente en paralelo a la superficie del objeto y en un plano a ángulos rectos respecto a la superficie de objeto 3. Esta forma de realización puede también verse como una combinación de dos dispositivos 1 de las formas de realización en las figuras 1-3 que han sido colocadas una sobre la otra con una distancia determinada entre el elemento de deformación 10 y segundo elemento de deformación 10'. Mediante esta variante, es posible medir un plegado en la superficie del objeto 3 debido al hecho de que la deformación en el elemento de deformación 10 y el segundo elemento de deformación 10' es diferente.

[0044] En la variante como ilustrado en la fig. 8, se hace uso en una forma de realización de partes de pie de soporte 44 más largas que son provistas cada una de dos aberturas de fijación 45 que se fijan a la sección final 8 usando en cada caso dos pernos 46, como se ilustra en la vista en perspectiva de la Fig. 9. Debido a este tipo de fijación, el elemento de deformación 10 y el segundo elemento de deformación 10' se fijan bien en su posición en esta forma de realización, haciendo así fiable al dispositivo durante el uso.

[0045] Son posibles otras variantes donde, por ejemplo, son combinadas las formas de realización de las figuras 7 y 8, con tres elementos de deformación 10,10' que están de hecho presentes. Son también concebibles variantes en las que el elemento de deformación 10 y el segundo elemento de deformación 10' no están situados en paralelo entre sí, pero formando ángulo uno con el otro. Con estas formas de realización, pueden ser determinadas también deformaciones complejas de la superficie del objeto 3.

[0046] En otra forma de realización de la presente invención, la fibra 17 se puede proporcionar con una rejilla bragg separada en la ubicación de las ubicaciones de fijación 2,2'. Este hace posible controlar si la fijación (unión) de la fibra 17 sigue estando intacta en las ubicaciones de fijación 2 durante el uso (es decir cuando el dispositivo 1 se coloca en el objeto 3, como resultado de lo cual el dispositivo 1 es en muchos casos difícilmente accesible, en el supuesto de lo fuera). En general, la fibra óptica 5 en el respaldo 5 se fija con un material de fijación que en gran parte rodea la fibra óptica 17 (en la periferia de la fibra 17). Puesto que el material de fijación (por ejemplo pegamento) alrededor de la fibra 17 afecta a las propiedades ópticas de esta fibra 17, puede ser detectada una desviación local (por ejemplo desprendimiento parcial del material de fijación) durante el uso.

[0047] Para disponer el dispositivo 1 para medir la deformación en la superficie del objeto 3, puede ser utilizado el siguiente método. Si es necesario, la superficie del objeto 3 es en primer lugar pretratada. Durante el pretratamiento, la superficie del objeto 3 es, por ejemplo, adecuada para acomodar los pies de soporte 9 en un plano único. Luego, los pies de soporte 9 son fijados directamente a la superficie mediante un accesorio.

[0048] El accesorio es diseñado de manera que los pies de soporte 9 se fijan a una distancia predeterminada entre sí sobre la superficie del objeto 3. El accesorio es sustancialmente un respaldo simulado rígido. El accesorio comprende medios para posicionar los pies del soporte 9 uno respecto al otro. Conforme a la forma de realización ejemplar ilustrada en las figuras, el accesorio puede ser provisto de ranuras de recepción laterales para ajustar los pies del soporte a las mismas dimensiones del respaldo 5. Los pies de soporte 9 que son dispuestos una distancia fija en el accesorio pueden ser fijados después a la superficie del objeto 3.

[0049] La fijación de los pies del soporte 9 fijados al accesorio a la superficie del objeto 3 se puede efectuar de varias maneras. En esta forma de realización ejemplar, los pies del soporte 9 se conectan a la superficie del objeto usando dos tipos diferentes de pegamento. La base 20 de cada pie de soporte 9 tiene una superficie inferior que se puede fijar a la superficie del objeto 3. En la superficie inferior de la base 20, se prevé una cámara 21 de encolado, de modo que la superficie inferior restante de la base 20 es anular (ver Fig. 3). La cámara de encolado 21 tiene una abertura de alimentación 22 para pegamento y una abertura de descarga 23.

[0050] La superficie inferior anular se puede encolar a la superficie del objeto 3 a través de un pegamento de endurecimiento rápido. El pie de soporte 9 es, por ejemplo, fijado dentro de 2-4 minutos usando pegamento de endurecimiento tan rápido, como por ejemplo de 3 minutos. Posteriormente, es posible proporcionar un pegamento de endurecimiento lento en la cámara de encolado 21 a través de la abertura de alimentación 22. El pegamento de endurecimiento lento se endurece en,

ES 2 531 992 T3

por ejemplo, más de 6 horas, por ejemplo 10 horas. El pegamento de endurecimiento lento es más adecuado para absorber la deformación que el pegamento de endurecimiento rápido, mientras que el pegamento de endurecimiento rápido hace posible un posicionamiento preciso del objeto 3.

5 [0051] Después de que los pies de soporte 9 han sido fijados firmemente y de una forma fiable en la superficie del objeto 3, un respaldo precalibrado 5, es decir, un respaldo 5 con un elemento de deformación precalibrado 10 es conectado de forma
desmontable a los pies del soporte 9. En esta forma de realización ejemplar, la conexión desmontable se forma por las
10 abrazaderas 26 y los elementos de cobertura 27. Además, es normalmente necesario calibrar el respaldo precalibrado 5 con
respecto a desviaciones posibles de la posición de los pies de soporte 9 unido mediante el accesorio. Tales desviaciones
pueden ser el resultado de pretensar el objeto 3 durante la fijación de los pies del soporte 3 a la superficie. El respaldo 5
puede ahora usarse para medir la deformación sobre la superficie del objeto 3.

15 [0052] Cuando el elemento de deformación 10 del respaldo 5 se estropea, el respaldo 5 junto con el elemento de
deformación defectuoso 10 se retira en su integridad y se sustituye por un respaldo
nuevo 5 con un elemento de deformación precalibrado 10. El nuevo respaldo 5 no tiene que ser calibrado nuevamente con
respecto a desviaciones posibles en la posición de los pies de soporte 9 unidos mediante el accesorio. La sustitución es por
tanto sencilla y rápida. El nuevo respaldo 5 es de nuevo conectado de forma desmontable a los pies del soporte 9.

20 [0053] En el contexto de calibración, los términos ganar y compensación se usan comúnmente. En esta forma de realización
ejemplar, la ganancia se determina por la proporción entre la variación de longitud de onda del sensor de deformación y la
variación de deformación. La compensación forma un desvío cero que se determina por la distancia entre los pies del
soporte 9, la distancia entre las ubicaciones de fijación sobre el respaldo 5, y el enlace adhesivo de la fibra óptica 17 con el
respaldo 5. La ganancia y la compensación debido a la distancia entre las ubicaciones de fijación sobre el respaldo 5 y el
25 enlace adhesivo de la fibra óptica 17 con el respaldo 5 se pueden determinar previamente. Es así posible calibrar los
respaldos 5 de antemano. La compensación como resultado de la distancia entre los pies del soporte 9 solo puede ser
determinada en la ubicación. Normalmente, esto solo tiene que realizarse una vez. Cuando un segundo respaldo 5 es
equipado, esta compensación es conocida. Ocasionalmente, puede ser necesario determinar la compensación nuevamente
después de que el segundo respaldo nuevo 5 ha sido equipado.

30 [0054] La invención no está limitada a la forma de realización ejemplar ilustrada en las figuras. El experto en la técnica
puede hacer varias modificaciones que caen dentro del campo de la invención tal y como se define en las reivindicaciones
anexas. Por ejemplo, la conexión separable puede también ser conseguida mediante una conexión de perno/tuerca o por
laminación de los pies de soporte durante la producción de una paleta de rotor de una turbina eólica.

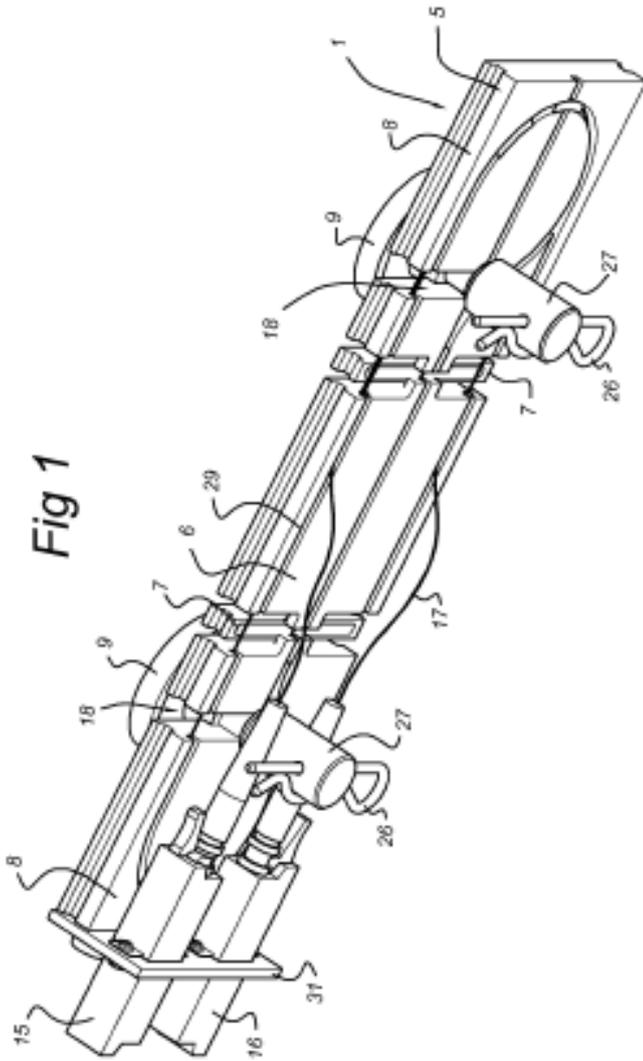
35

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo para medir la deformación sobre una superficie de un objeto (3), comprendiendo:
- un respaldo (5) que es provisto de una sección central (6) y dos secciones finales (8) que son dispuestas en cada lado de la sección central (6),
 - un elemento de deformación (10) que se conecta al respaldo (5) y es provisto de un sensor de deformación (11),
- 10 donde son provistos dos pies de soporte (9) que se pueden fijar directamente a la superficie del objeto (3) a cierta distancia entre sí, y las secciones finales (8) del respaldo (5) se conectan de forma desmontable a en cada caso un pie de soporte (9), donde el respaldo (5) tiene un eje longitudinal (14) que se determina por una recta entre los pies de soporte (9), y donde el elemento de deformación (10) se fija al respaldo (5) en dos ubicaciones de fijación para formar una sección libre que se extiende sustancialmente en paralelo al eje longitudinal (14), y donde la sección libre es provista del sensor de deformación
- 15 (11), caracterizado por el hecho de que el respaldo (5) comprende al menos una sección elástica (7) que se dispone entre la sección central (6) y una sección final (8) del respaldo (5).
- 20 2. Dispositivo según la reivindicación 1, donde la proporción entre, por una parte, la distancia entre los pies de soporte y, por otro lado, la distancia entre las ubicaciones de fijación del respaldo está en la gama de 1 a 2 o es menor que 1.
3. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, donde el elemento de deformación (10) es provisto de un sensor de temperatura (12).
- 25 4. Dispositivo según la reivindicación 1, donde la sección libre del elemento de deformación (10) está dispuesta entre las ubicaciones de fijación bajo pretensionamiento.
5. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, donde el respaldo es provisto de un elemento de control (13) para controlar el correcto funcionamiento del elemento de deformación (10).
- 30 6. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, donde los pies de soporte (9) tienen cada uno una clavija vertical (24), y donde las secciones finales (8) del respaldo (5) tienen cada una una ranura de recepción lateral (18) que se extiende sustancialmente transversalmente con respecto al eje longitudinal (14), y donde las ranuras de recepción laterales (18) pueden recibir las clavijas verticales (24), y donde un elemento de cobertura (27) está dispuesto sobre cada clavija vertical
- 35 (24), y donde un medio elástico (25) es pretensado entre el lado interno del elemento de cobertura (27) y el respaldo (5).
7. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, donde los pies de soporte (9) comprenden cada uno dos o más partes de pie de soporte (44) que son provistas cada una de un lado plano (42), y las secciones finales (8) del respaldo (5) son provistas de una abertura con dos superficies de soporte (43) en cada lado de un eje longitudinal (14) del respaldo (5), donde los lados planos (42) y superficies de soporte (43) se apoyan entre sí durante el uso.
- 40 8. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, donde el elemento de deformación (10) comprende una fibra óptica (17), y donde un sensor de temperatura (12) se incorpora en la fibra óptica (17), si se desea.
- 45 9. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, donde el elemento de deformación (10) comprende una galga extensiométrica eléctrica.
10. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, donde los pies de soporte (9) comprenden cada uno una cámara de encolado (21) que se forma en la superficie inferior de cada pie de soporte (9), donde la superficie inferior de cada pie de soporte (9) es sustancialmente anular y se rellena con un primer tipo de cola para pegar esta a la superficie del objeto (3), y donde la cámara de encolado (21) tiene una abertura de alimentación (22) para un segundo tipo de cola para pegar el pie de soporte (9) a la superficie del objeto (3).
- 50 11. Método de medición de deformación en una superficie de un objeto, comprendiendo:
- 55 - proporcionar un dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes,
- con fijación desmontable de los pies de soporte a un accesorio a una distancia fija entre sí,
 - fijar los pies de soporte fijados al accesorio directamente a la superficie,
 - retirar el accesorio,
- 60 - fijar un respaldo de manera desmontable a los pies de soporte fijados a la superficie,
- calibración del elemento de deformación del respaldo.

ES 2 531 992 T3

- 5 12. Método de medición de deformación en una superficie de un objeto según la reivindicación 11, donde el respaldo es retirado de los pies de soporte, y donde otro respaldo es fijado de manera desmontable a los pies del soporte, donde el otro respaldo corresponde sustancialmente al respaldo, y donde el otro respaldo ha sido precalibrado y no se calibra nuevamente después de haber sido fijado a los pies de soporte de manera desmontable.
- 10 13. Método según la reivindicación 11 o 12, donde el elemento de deformación (11) comprende una fibra óptica (17) que se asegura sobre el respaldo (5) usando material de fijación que en gran medida rodea la fibra óptica (17), y donde el método comprende además el control de la conexión entre la fibra óptica (17) y el respaldo (5) por medición de las propiedades ópticas de la fibra óptica (17) durante el uso.



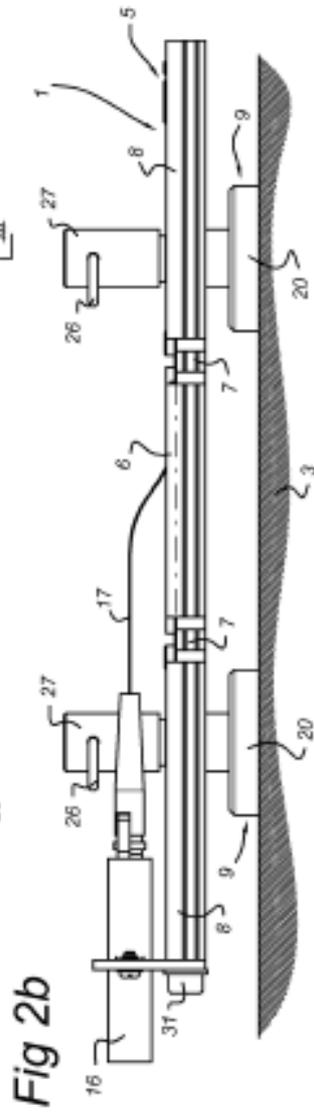
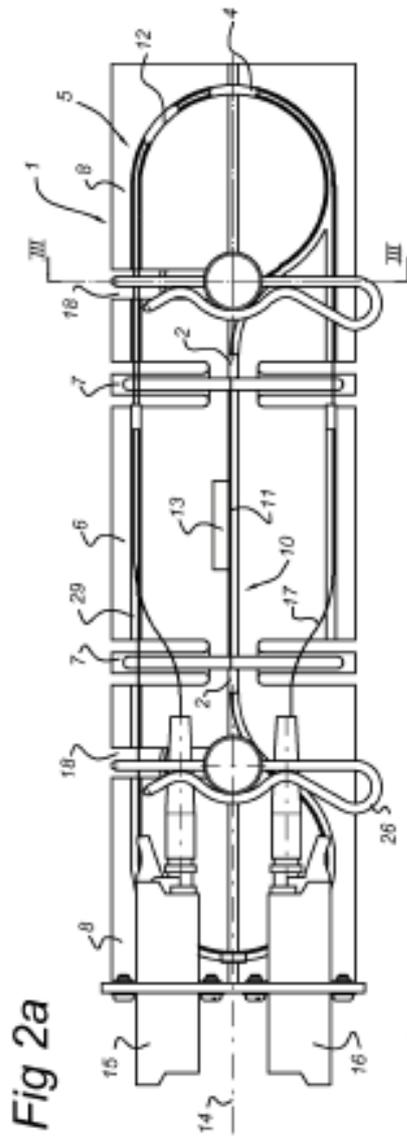


Fig 2c

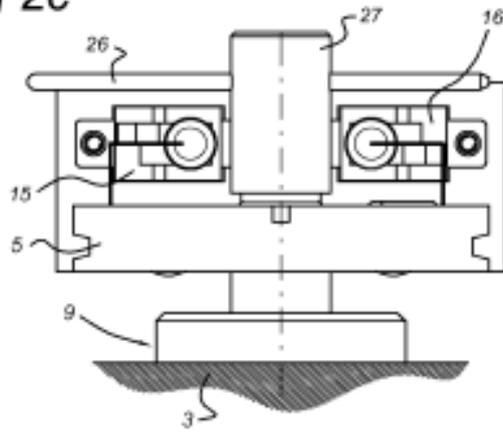


Fig 3

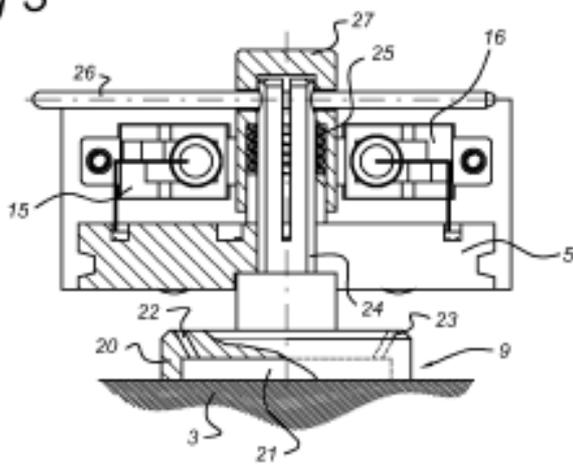


Fig 4

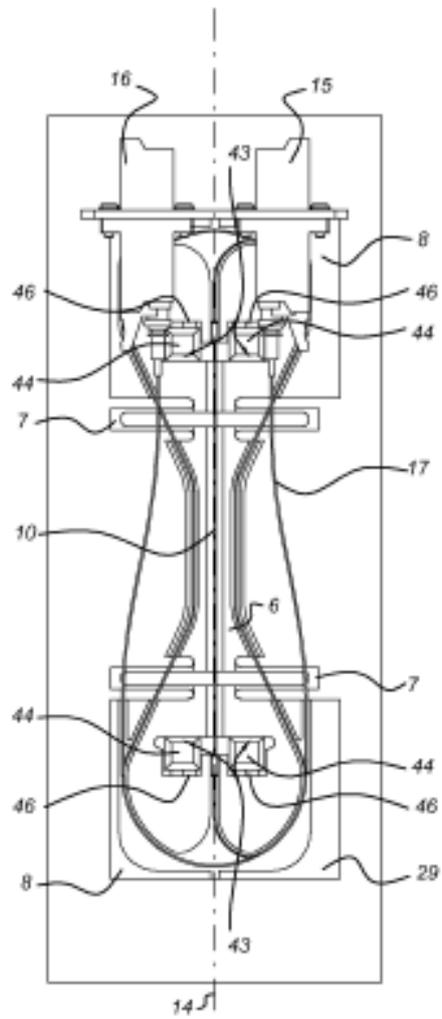


Fig 7

